

При обратной многофакторной градуировке можно получить непосредственно математическую модель вторичного измерительного преобразователя с независимым определением значений давления и температуры по величинам входного и выходного напряжения и тока питания ИТП давления. Применение такой градуировки ограничено рядом условий, она обладает сложностью и малой производительностью, а некоторые ее модификации возможны только при автоматизации градуировки.

УДК 621.365.036.21:681.536

Герасимович Л.О.

Прищепов М.А.

Власенко А.П.

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОЧНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ-ДАТЧИКОВ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ СРЕД

Известно, что для того, чтобы нагреватель одновременно выполнял функцию датчика, необходимо наличие в нем хотя бы одного термочувствительного параметра, существенно изменяющегося при изменении температуры. В качестве такого термочувствительного параметра в пленочном электронагревателе (ПЭН) можно использовать его термозависимое сопротивление или проводимость.

Однако, применение в ПЭН токопроводящего покрытия с термозависимым сопротивлением или проводимостью противоречит одному из основных требований, предъявляемых к электронагревателям, в связи со значительным усложнением их расчетов, особенно для поточных электронагревательных установок (ЭНУ). Кроме того, ведение расчетов усложняется ограничениями, вносимыми допустимыми эксплуатационными характеристиками ПЭН — удельной мощностью  $W_n$  доп. и температурой перегрева  $\theta_n$  доп., а в некоторых случаях еще дополнительным ограничением температуры на контактной поверхности теплообмена (КПТ) (из-за пригара для термоллабильных сред, из-за возгонки органической пыли для воздуха) до значения не выше технологически допустимого  $\theta_k$  доп.

Исходными выражениями при расчете и оптимизации поточных пленочных нагревателей-датчиков являются зависимости распределения удельной мощности  $W_n(x)$  и температуры  $\theta_n(x)$  на ПЭН, а также температуры на КПТ  $\theta_k(x)$  по длине  $L$  поточного электронагревателя,

имеющие соответственно следующий вид:

$$W_n(x) = \frac{I^2 \rho_0 K (1 + \alpha_\theta \theta_{с1})}{K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0} \exp \left[ \frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K \Pi x}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right]$$

$$\theta_n(x) = \frac{I^2 \rho_0 \cdot K \Pi^2 \left[ (1 + \alpha_\theta \theta_{с1}) \exp \left[ \frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K \Pi x}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right] - 1 \right]}{K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0}$$

$$\theta_n(x) = \frac{(1 + \alpha_\theta \theta_{с1}) \exp \left[ \frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K \Pi x}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right] \left( \frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K}{\alpha_\theta (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} + 1 \right) - 1}{\alpha_\theta}$$

- где  $\lambda$  - текущее значение длины поточного элемента;  
 $\Pi$  - периметр канала;  
 $C$  - теплоемкость обрабатываемой среды;  
 $\rho_0$  - удельное поверхностное сопротивление ПЭН;  
 $\alpha_\theta$  - температурный коэффициент сопротивления ПЭН;  
 $K$  - коэффициент теплоотдачи от пленки к обрабатываемой среде;  
 $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи от КПТ в обрабатываемую среду;  
 $\theta_{с1}$  - температура обрабатываемой среды на входе в ЭНУ;  
 $M$  - массовая подача среды;  
 $I$  - ток нагрузки ПЭН.

При питании ПЭН от источника постоянного напряжения значение тока нагрузки определяется из выражения:

$$I = \frac{C M (1 + \alpha_\theta \theta_{с1}) \left( \exp \left[ \frac{\alpha_\theta I^2 \rho_0 K \Pi L}{C M (K \Pi^2 - \alpha_\theta I^2 \rho_0)} \right] - 1 \right)}{\alpha_\theta}$$

Оптимизация нагревателя-датчика проводится по минимуму площади КПТ (условие оптимизации нагревателя) и максимуму чувствительности датчика (условие оптимизации датчика).

Предложенная методика расчета поточных ПЭН позволяет уменьшить площадь его КПТ на 25...30%.